

Openair® Plazma Sisteminin Polyester İçerikli Çözümlü Örme Kumaşlara Etkisinin İncelenmesi

Sabiha SEZGİN BOZOK*¹, R. Tuğrul OĞULATA¹, Serin MEZARCIÖZ¹

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 01.06.2020

Kabul tarihi: 30.07.2020

Öz

Plazma, tekniği düşük enerji, su, kimyasal madde tüketimi sağlayabilmesi gibi avantajlarla konvansiyonel yaş işlemlere göre daha çevre dostu bir uygulamadır. Daha önce yapılmış çalışmalarda termal olmayan farklı plazma sistemleri tekstil yüzeylerine uygulanmış ve bazı uygulamalarda malzemenin boya alımında artış olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada daha önce tekstil yüzeylerinin boyanabilirliğine etkisi denenmemiş bir teknik olan Openair® plazma sistemi üzerinde çalışılmıştır. %100 polyester içerikli çözümlü örme kumaşlara Openair® plazma sistemiyle 3 farklı sürede işlem uygulanmıştır. Ardından işlem görmemiş referans numune ve işlem görmüş numuneler dispers ve pigment boyarmaddelerle eşit boyama şartlarında renklendirilmiştir. Numunelere SEM ve FT/IR analizleri, spektrofotometre ile renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çözümlü örme kumaş, Sürdürülebilir bitim işlemi, Plazma tekniği, Openair® plazma, Boyanabilirlik

Investigation of the Effects of Openair® Plasma System on Polyester Contained Warp Knitted Fabrics

Abstract

Plasma is more environmentally friendly application compared to conventional wet processes with its advantages such as low energy, water and chemical consumption. In previous studies different non-thermal plasma systems have been applied to textile surfaces, and in some applications, an increase in the dye uptake of the material has been determined. In this study, Openair® plasma system, a technique that has not been evaluated yet its effect on the dyeability of textile surfaces, has been studied. The warp knitted fabrics with 100% polyester content were treated with Openair® plasma system in 3 different times. Then untreated reference sample and treated samples were colored with dispers and pigment dyes under equal dyeing conditions. SEM and FT/IR analyzes and color measurements with a spectrophotometer were performed.

Keywords: Warp knitted fabric, Sustainable finishing, Plasma technique, Openair® plasma, Dyeability

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Sabiha SEZGİN BOZOK, sbozok@cu.edu.tr

1. GİRİŞ

Maddenin dördüncü hali olan plazma ilk kez 1880'lerde M. Faraday tarafından keşfedilmiştir ve ilk olarak 1980'de Langmuir tarafından plazma kavramı önerilmiştir [1]. Plazma, negatif ve pozitif yüklerin eşit yoğunlukta olduğu iyonize bir gazdır ve geniş bir sıcaklık ile basınç aralığında var olabilmektedirler. Plazma serbest elektronlar, iyonlar, radikal UV radyasyonu ve kullanılan gaz türüne bağlı olarak farklı partiküllerden oluşmaktadır. İyonlaşma, parçalanma ve uyarma işlemleri sonucunda oluşan reaktif plazma türleri çok çeşitli kimyasal bağları ayrıştırmak için yeterlidir ve bu da önemli sayıda eş zamanlı rekombinasyon mekanizmasına yol açar [2]. Yarı iletken fiziğinde iyi bilinen plazma, polimer endüstriyel uygulamalar için gözeneksiz, tek tip ince üretimin özel avantajlarının ortaya çıktığı yeni sanayi olanakları sunmaktadır. Günümüzde, genişliği 1 metreden büyük olan tekstil kumaşları, ticari bir ölçekte rulodan ruloya düşük basınç plazmayla muamele edilebilmektedir [3]. Plazma polimerizasyon tekniğinin birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlar;

- 1) Tüm organik, organo-metalik ve hetero-atomik organik bileşenlere uygulanabilmektedir,
- 2) Kütle özelliklerini değiştirmeden yüzey özellikleri modifiye edilebilmektedir,
- 3) Konvansiyonel tekniklere göre daha az su kullanımı ve enerji tüketimi sağlar,
- 4) Malzemeye verdiği zarar çok düşüktür.

Plazma işleminin etkinliği cihaz parametrelerine ve süre, basınç, güç, frekans, akış hızı, gaz gibi işlem şartlarına bağlıdır [4]. İşlem için kullanılan iki tip gaz bulunmaktadır: (I) Polimer oluşturan veya biriken plazma, (II) Birikmeyen ve polimer oluşturmayan plazma [5]. Oksijen, azot, argon, hidrojen vs. polimer oluşturmaya gazlar, aseton, metanol, alilamin, akrilik asit etilen, florakarbon gibi gazlar ise polimer oluşturan gazlardır. Polimer oluşturmaya gazlar lif yüzeyindeki polimer zincirinden hidrojen atomu alır ve serbest radikaller oluşturur. Polimer oluşturan gazlar ise radikal/iyonik mekanizmalarla polimer oluşumunu sağlar ve lif yüzeyinde reaktif fonksiyonel gruplar

içeren polimerik film meydana getirir. Plazma tekniğinin yüksek reaktivite özelliğinin sayesinde tekstil malzemelerinde farklı özellikler elde edilebilmektedir [6]. Bunlar;

- Malzemenin hidrofilik veya hidrofobik özelliklerini geliştirmek: Oksijen, amonyak, hava, azot gibi gazların plazma hali ile sentetik polimerlerin ıslanabilirliği geliştirilebilmektedir. Pamuk, yünü ipek gibi doğal liflerin hidrofobik bitim işlemi uygulamak için siloksan, perflorkarbon, akrilat gibi kimyasallar kullanılmaktadır.
- Adhezyon artırma: Plazma tekniğiyle, nihai ürünün mekanik özelliklerini geliştirerek sentetik liflerin yüzey enerjisi artırılmaktadır. Bu şekilde lif ile kaplama arasındaki adhezyon artırılmaktadır.
- Boyama ve baskı: Literatürde plazma tekniği ile tekstil yüzeylerinin boyanabilirliğinin (boyayı alabilme) artırılması ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Yüzey alanının geliştirilmesi, kapilaritenin artırılması, kristalinitenin düşmesi, lif yüzeyinde reaktif alanların oluşturulması gibi birçok farklı durumlarla polimerlerin boyanabilirliği geliştirilmektedir.
- Elektriksel özellikler: Sentetik liflere antistatik özellikler verilebilmektedir. Bunun yanında literatürde yüksek iletken özellikli kumaşların elde edildiği çalışmalar da mevcuttur.
- Akıllı filtrasyon özellikler

Plazma işleminin çok yönlü oluşu; güç tutuşurluk, kırılmaya karşı dayanım, antimikrobiyal, biyolojik uyumluluk, UV koruma, yumuşaklık gibi tekstil için çok önemli olan farklı özellikleri kazandırma imkanı sunmaktadır.

Sentetik lifler, mükemmel mekanik ve fiziksel özellikleri nedeniyle elyaf, film ve plastik biçimde hazır giyim ve teknik tekstil malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bununla birlikte ıslanabilirliğinin düşük olması adhezyon, boyama, fonksiyonel bitim işlemi gibi birçok alanda kısıt yaratmaktadır [4,7]. [Boya emilim bölgeleri olarak küçük amorf bölgelerine sahip olan, kompakt ve kristal yapıya sahip sentetik bir lif olan polysterin boyama işlemi yüksek

sıcaklıkta yüksek basınç altında sentetik dispers boyalarla gerçekleştirilmektedir. Sentetik tekstil yüzeylerinin boyama işleminin; boya banyosundan boyanın difüzyonu, boyanın elyafın dış yüzeyine adsorpsiyonu ve boyanın adsorbe edilmiş yüzeyden elyafın içine difüzyonu dahil üç sürekli adımdan oluştuğu bilinmektedir. Dolayısıyla lifin yüzey özellikleri boya alımını etkilemektedir [8]. Sentetik polimerin boya alımındaki artışı sağlayabilen faktörler [1];

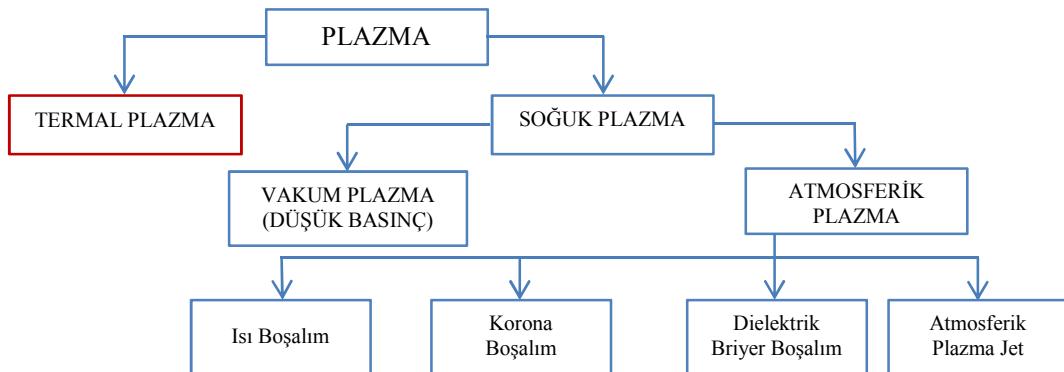
- Yüzey aşınmasıyla kumaş yüzey alanının birim hacim başına değişmesi,
- Plazma etkisinin elyaf üzerindeki aşındırıcı etkisi ve yüzey kirliliklerinin giderilmesi

şeklinde sıralanabilmektedir. Sentetik liflere uygulanan plazma işlemi, lifin aşınmasını ve boyanabilirliği sağlayan polar grupların girmesini sağlar. Plazma tekniği ile sentetik tekstil ürünlerinin boya alma yeteneğinin artırılması hakkında literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Ferrero (2004) polyester için akrilik asit bazlı plazma işlemi uygulamıştır. Bazik boyarmadde ile boyanan kumaşların renk kuvvetlerinde artış olduğunu tespit etmiştir [9]. Oktem ve arkadaşları (1999) polyester ve poliamid içerikli kumaşlara akrilik asit, su, hava, argon ve oksijen gaz plazmaları ile işlem uygulamıştır. Sonuçlarda uygulanan tüm plazma polimerizasyonlarının numunelerin ıslanabilirliği, boyanabilirliği, lekeye karşı direncini arttırdığını tespit etmişlerdir [10].

Başka bir çalışmada argon ve oksijen gazları polyester yüzeye uygulanmış ve yüzeyin

işlevselleşmesiyle boyanabilirliğin dramatik olarak arttığı gözlemlenmiştir [11].

Plazma uygulamaları basınç açısından; düşük ve atmosferik plazma olarak; sıcaklık açısından düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık olarak ikiye ayrılmaktadır (Şekil 1). Isıl plazmalarda uygulanan yüksek sıcaklık polimerlerin yapısında bozulmalara neden olmaktadır. Bu nedenle pek çok tekstil yüzeyi için soğuk plazma işlemi uygulanmaktadır. Atmosferik plazma işlemi; düşük maliyet, yüksek proses hızı ve sisteminin basit olması sebebiyle en çok tercih edilen tekniktir [12]. Plazma işleminde enerji girişi; katı, sıvı ve gaz agregasyon halleri üzerinden gerçekleşir. Gaz halindeki maddeye ek olarak elektriksel boşalma basınç yoluyla enerji girişinde bulunulursa plazma oluşur. Bu esnada elektronlar atom kabuğundan kopabilirler ve bağlar kopmaya başlar. Bu da serbest elektron, iyon ve molekül fragmanlarının oluşumlarıyla sonuçlanır. Normal basınç altında bu durum kararsızlığından dolayı neredeyse kullanılamaz. Özel bir firma, 1995 yılında geliştirdikleri nozül sistemi ile bu durumu endüstriyel amaçlar için ve aynı hatta kullanılabilir hale getirmiştir [13]. Openair® plazma sistemi adıyla ticari olarak farklı yüzeylere uygulanan bu sistemde farklı gazlar kullanılarak nözüller ile plazma aktivasyonu gerçekleştirilir ve malzemede yüzey enerjisi elde edilir. Bu sistem atmosferik plazma sistemi sınıfına giren bir teknik olup tekstil yüzeylerine uygulanması bakımından üzerinde fazla çalışma yapılmamıştır.



Şekil 1. Plazma türleri [10]

Bu çalışmada Openair® plazma sisteminin %100 polyester içerikli çözgümlü örme kumaşlara etkisi incelenmek istenmiş ve boya alımında artış sağlayıp sağlamadığının tespit edilmesi hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada döşemelik olarak üretilmiş ticari çözgümlü örme kumaş (267,9 gr/m²) kullanılmıştır. Ön terbiye işleminden geçmiş ve boyanmamış şekilde işletmeden temin edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Kumaş özellikleri

Özellik	
Kumaş Türü	Trikot
Örgü	Kapalı Triko
Makine İnceliği	28
Kumaş Üretim Hızı	2000 devir/hız
İlme Sıra Sıklığı	22,5 sıra/cm
İlme Çubuk Sıklığı	11 çubuk/cm

Uygulanan plazma işlemi şartları Çizelge 2'deki gibidir. İşlem, kumaşın zarar görmemesi için düşük sıcaklıkta ve azot gazı ile gerçekleştirilmiştir. Kumaş numuneleri hareketli parçalar üzerine yerleştirilmiş ve PFW 70 plazma jet ile uygulama yapılmıştır. İşleme maruz kalma süresinin etkisini görmek amacıyla numunelere ayrı ayrı 3 farklı hızda işlem yapılmıştır. 4 tekrarlı olarak uygulanan her işlemde aynı zamanda kumaşların hem ön hem arka yüzleri işlem görmüştür. İşlem sonrasında numuneler alüminyum folyoya sarılıp streçlenmiştir.

Çizelge 2. Uygulanan plazma işleminin özellikleri

İşlem	Özellikleri
Kullanılan gaz türü	Azot
Elektrot ile yüzey arasındaki mesafe	3 mm
Güç	280 V – 1.5 kVA
Hava basıncı	4 bar
Frekans	21 kHz
Uygulama akış hızı	10 m/dk; 15 m/dk; 20 m/dk
Kullanılan gaz türü	Azot

2.2. Metod

Plazma işleminden sonra numunelere boyama işlemi uygulanmıştır. Boyama işlemi için emdirme, kurutma ve fiksaj (pad-dry-cure metodu) işlemleri uygulanmıştır. İşlemin farklı boyalara etkisini görebilmek için pigment ve dispers boyarmaddeler ile 2 tekrarlı olarak boyanan numunelerin diğer tüm boyama şartları eşit şekilde ayarlanmıştır. Boyama reçeteleri Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmiştir. Boyama işleminde kumaşlar 2 kez boya banyosuna daldırılmış olup ardından silindirler arasından geçirilmiştir. Silindirden geçiş hızı 3 m/dk, silindir basıncı 2 bar olarak ayarlanmıştır. Boyama sonrası 130 °C'de kurutma, 220 °C'de fiksaj işlemi yapılmıştır.

Çizelge 3. Pigment boyama reçetesi

Boyarmadde ve Kimyasallar	Miktar
Pigment Black King	1:50
AC 186	75 g/L
FX S31	7,5 g/L
Primasol AM	10 g/L
Seramet CAS	3 g/L

Çizelge 4. Dispers boyama reçetesi

Boyarmadde ve Kimyasallar	Miktar
Setapers Black EC2G	1:50
Primasol AM	10 g/L
Permasulin FF	2,5 g/L
Serawet CAS	3 g/L
Asetik Asit	pH 4-4,5

İşlem görmemiş referans kumaş ve işlem gören numunelerin karakterizasyonu için SEM (taramalı elektron mikroskopu) Çukurova Üniversitesi Merkezi Laboratuvarda bulunan FEI Quanta 650 Field Emission SEM cihazı kullanılarak, JASCO FT/IR-6800 spektrometresi ile de FTIR analizi uygulanmış ve ortaya çıkan görüntü ve grafikler değerlendirilmiştir.

Numunelerin kaplama sonrası renk değişimi ve boyama sonrası renk kuvvetlerini ölçmek için Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Minolta marka CM 3600 model bu cihaz ile gözlemci açısı 10° olacak şekilde, D65 gün ışığı altında ve 400-700 nm dalga

boyları arasında ölçümler yapılmıştır. Bilgisayara bağlı olarak çalışan spektrofotometre cihazında analizler için özel bir yazılım olan RealColor1.3® kullanılmıştır. Ölçümler sonrası L* (açıklık-koyuluk), a*(kırmızılık-yeşillik), b*(sarı-mavilik), C* (doygunluk), h (renk ölçüsü) değerleri kaydedilmiştir. Daha sonra numunelerin işlem öncesi ve sonrası renk farkını hesaplamak için CIELab 1976 formülü kullanılarak ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔC^* , Δh^* , ΔE (toplam renk farkı) değerleri elde edilmiştir [14]. Bu değerler aşağıdaki Eşitlik 1-6'ya göre hesaplanmaktadır.

$$\Delta L^* = (L^* \text{ numune} - L^* \text{ standart}) \quad (1)$$

$$\Delta a^* = (a^* \text{ numune} - a^* \text{ standart}) \quad (2)$$

$$\Delta b^* = (b^* \text{ numune} - b^* \text{ standart}) \quad (3)$$

$$\Delta C^* = (C^* \text{ numune} - C^* \text{ standart}) \quad (4)$$

$$\Delta h^* = (h^* \text{ numune} - h^* \text{ standart}) \quad (5)$$

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (6)$$

Ayrıca numunelerin boyama sonrası renk kuvvetlerini belirleyebilmek için aşağıda bulunan Kubelka-Munk formülünden faydalanılmıştır. R; renkli malzemenin reflektans değeri olarak kabul edilmektedir. Tek tek yapılan ölçümlerin sonuçları karşılaştırılmıştır (Eşitlik 7).

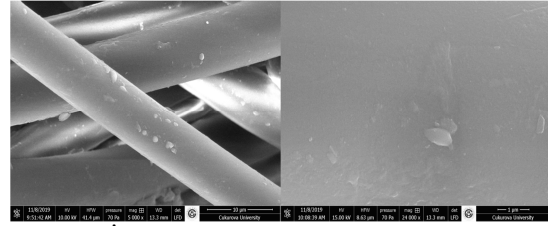
$$K/S = (1-R)^2 / (2R) \quad (7)$$

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

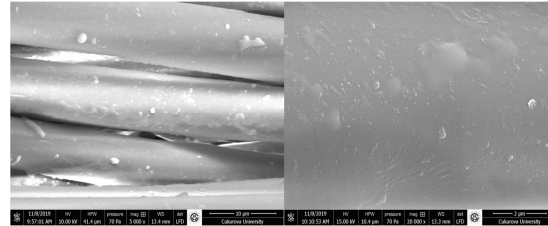
3.1. SEM Analizi

İşlem görmemiş referans numune ve 3 farklı hızda işlem görmüş numunelerin x5000 ve x20000 ile elde edilmiş görüntüleri Şekil 2, 3, 4, 5'de sıralanmıştır. Görüntüler genel olarak değerlendirildiğinde; işlem görmemiş numunenin lif yüzeylerinin daha düz ve pürüzsüz olduğu, plazma işlemi uygulanan numunelerin ise yüzeylerinde aşınmaların olduğu tespit edilmiştir. Bu da işlemin malzemede bir değişime neden

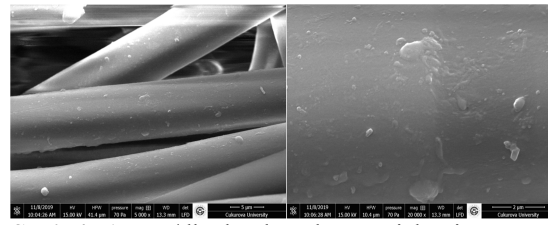
olduğunu dolayısıyla bir etkisinin olduğunu kanıtlamıştır. Görsel değerlendirme yapılırsa; 10 m/dk hızda plazma işlemi gören numunenin geçiş hızı diğerlerine göre daha yavaş olduğu için, bu numuneler işleme daha uzun süre maruz kalmıştır. Bu nedenle bu numunenin yüzeyinin diğer numunelere göre daha fazla pürüzlü olduğu söylenebilmektedir.



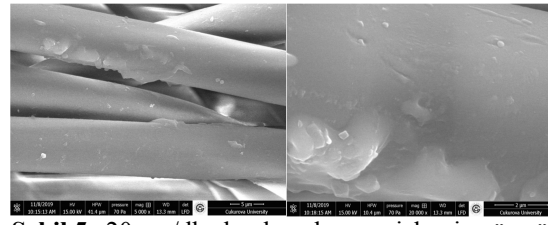
Şekil 2. İşlem görmemiş numuneye ait görüntüler



Şekil 3. 10 m/dk hızda plazma işlemi görmüş numuneye ait görüntüler



Şekil 4. 15 m/dk hızda plazma işlemi görmüş numuneye ait görüntüler

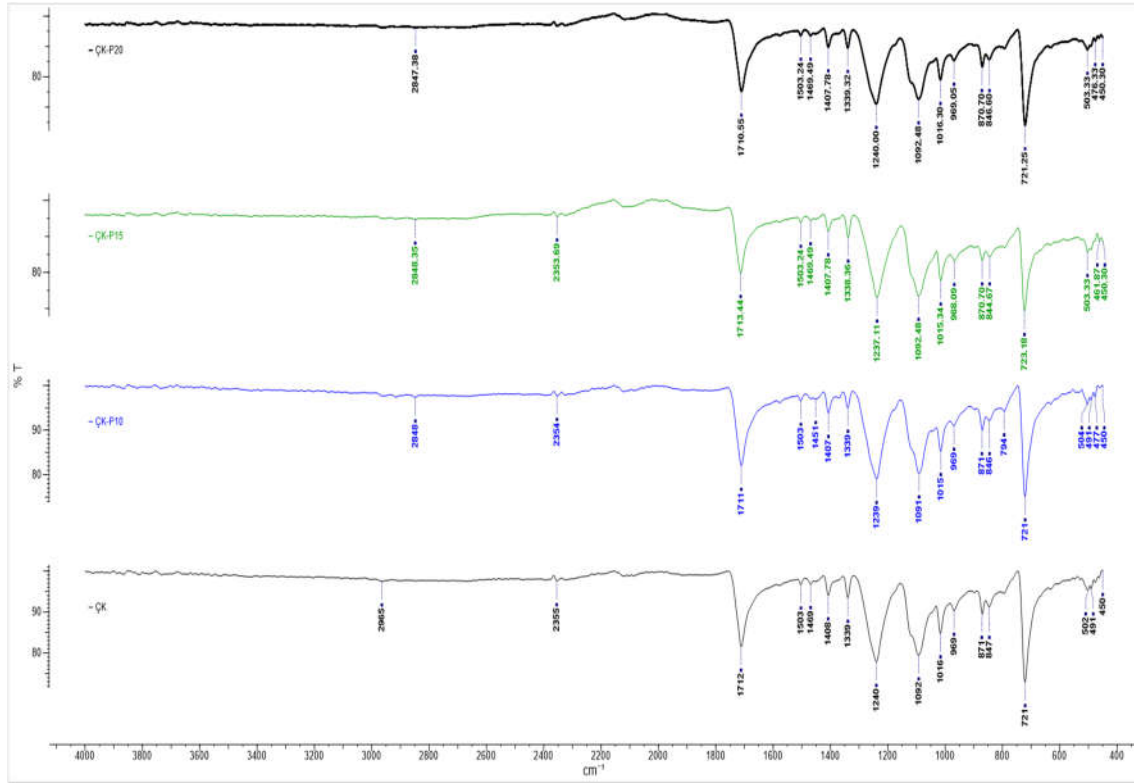


Şekil 5. 20 m/dk hızda plazma işlemi görmüş numuneye ait görüntüler

3.2. FT/IR Analizi

İşlem görmemiş referans numune ve 3 farklı hızda işlem görmüş numunelerin FT/IR analizi ile elde edilmiş multispektrum grafikleri Şekil 6'da verilmiştir. Grafik genel olarak değerlendirildiğinde numunelerin pik değerlerinin eş noktalarda olduğu, kimyasal yapılarının benzer

olduğu görülmektedir. Bu da işlem hızındaki değişikliklerin numuneler üzerindeki kimyasal gruplarda bir farklılığa neden olmadığını göstermektedir. En yüksek pik değeri olan 1710-1715 cm^{-1} bandındaki titreşimler polyesterin sahip olduğu ester gruplarından kaynaklanmıştır. 1237-1240 cm^{-1} dolaylarındaki piklere ise ester bağlarındaki C-O streci sebep olmuştur.



Şekil 6. Numunelerin FT/IR analizi sonuçları

4.3. Plazma sonrası, Boyama Öncesi Spektrofotometre Ölçümleri

Plazma sonrası boyanmamış numunelerde renk değişimi miktarını belirleyebilmek için yapılan bu işlemden toplam renk farkı değerleri esas alınmıştır. İşlem görmemiş numune ile plazma işlemi görmüş numunelerin ΔE (toplam renk farkı) değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Uygulanan Openair® plazma işleminin numunelerde renk değişimine sebep olduğu, en fazla değişimin ise 10 m/dk hızda plazma işlemi gören (en fazla maruz kalan) numunede olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5. İşlem görmemiş ve işlem görmüş numuneler arasındaki toplam renk farkı

Karşılaştırma Yapılan Numuneler	ΔE (Toplam renk farkı)
İşlem görmemiş numune - 10 m/dk hızda plazma işlemi gören numune	3,09
İşlem görmemiş numune - 15 m/dk hızda plazma işlemi gören numune	2,72
İşlem görmemiş numune - 20 m/dk hızda plazma işlemi gören numune	3,02

4.4. Boyama Sonrası Numunelerin Spektrofotometre Ölçümleri

Çalışmada uygulanan Openair® plazma işleminin polyester içerikli kumaşın boyanabilirliğine etkisini görmek amacıyla uygulanan renk ölçüm analizlerinin sonucu Çizelge 6 ve Çizelge 7’de verilmiştir. 10 m/dk hız’da işlem gören numuneler, 15 m/dk hız’da işlem gören numuneler, 20 m/dk hız’da işlem gören numuneler sırasıyla “P-10”, “P-15”, “P-20” şeklinde kodlanmıştır. Her iki boyarmadde ile boyanan numune gruplarında da en yüksek K/S değeri referans numunelerine ait olmuştur. Bu da işlem görmemiş numunenin renk kuvvetinin, boya alımının daha iyi olduğunu göstermektedir. Beklenilenin aksine plazma işlemi numunelerin boya alımını olumsuz yönde etkilemiş, renklerinin daha zayıf olmasına yol açmıştır. Polyester içerikli tekstil malzemelerinin kimyasal olarak yapısına uygun olan dispers boyarmadde ile yapılan boyamalarda bile alınan kötü sonuç, Openair® sisteminin bu tür kumaşların boyanması için uygun olmadığını göstermiştir. Beklendiği gibi pigment boyarmadde ile boyanan numunelerin K/S değerleri, dispers boya ile renklendirilen numunelere göre oldukça düşük çıkmıştır. Boyanmış işlem görmemiş ve işlem görmüş numuneler arasındaki renk farklılığı değerleri Çizelge 8’de sunulmuştur. Dispers boyarmadde ile boyanan plazma işlemi görmüş numuneler işlem görmemiş numuneye göre daha yeşil, daha mavi ve daha açık hale gelirken; pigment boyarmadde ile boyanan plazma işlemi görmüş numuneler işlem görmemiş numunelere göre daha sarı, daha mavi ve daha açık hale gelmiştir. Referans numuneye göre diğer numunelerin toplam renk farklılığı yüksek çıkmıştır. Bu farklılık ise renk açıklığı değerlerinin (ΔL^*) oldukça yüksek olmasından kaynaklanmıştır.

Çizelge 6. Dispers boyarmadde ile boyanan numunelerin K/S değerleri

Numune	Boyarmadde Türü	K/S Değeri (600 nm)
Referans	Dispers	25,19
P-10	Dispers	24,65
P-15	Dispers	22,48
P-20	Dispers	24,39

Çizelge 7. Pigment boyarmadde ile boyanan numunelerin K/S değerleri

Numune	Boyarmadde Türü	K/S Değeri (600 nm)
Reference	Pigment	9,33
P-10	Pigment	7,85
P-15	Pigment	8,39
P-20	Pigment	8,46

Çizelge 8. İşlem görmemiş ve işlem görmüş boyalı numuneler arasındaki renk farkı

Numune	BM Türü	Renk Farkı Değerleri			
		Δa^*	Δb^*	ΔL^*	ΔE^*
P-10	D	-0,004	-0,52	0,571	0,77
P-15	D	-0,024	-1,268	1,754	2,16
P-20	D	-0,054	-1,358	0,943	1,65
P-10	P	0,065	-0,216	2,263	2,27
P-15	P	0,107	-0,07	1,336	1,34
P-20	P	0,109	-0,125	1,232	1,24

BM: Boyarmadde, D: Dispers boyarmadde, P: Pigment boyarmadde.

4. SONUÇLAR

Plazma işlemi, enerji/su sarfiyatının düşük olması, çevre dostu olması, tekstil yapısına zarar vermemesi gibi avantajlarla tekstil alanında üzerinde en çok çalışılan tekniklerden biri haline gelmiştir. Bu teknik ile güç, frekans, basınç, gaz türü gibi farklı parametrelerle yüzeyde sağlanan fonksiyonel özellikler çeşitlendirilebilmektedir. Ekolojik açıdan değerlendirildiğinde kimyasal atığı azaltan bu sistemle ilgili geçmişte yapılan çalışmalarda genel olarak atmosferik plazma sistemleri üzerinde uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Atmosferik plazma işleminin farklı teknikleriyle uygulanan işlemlerin sentetik içerikli tekstil malzemelerinin boyanabilirliğini kısmen arttırılabildiği daha önce yapılmış ilgili bazı çalışmalarda kanıtlanmıştır. Bu çalışmada ise daha önce polyester içerikli çözümlü kumaşların boyanabilirliğine etkisi bilimsel olarak incelenmemiş Openair® plazma sistemi üzerinde çalışılmıştır. Hali hazırda farklı malzemeler için özel bir firma tarafından kullanılan cihaz, %100 polyester içerikli çözümlü kumaşlara uygulanmış ve ardından bazı testler gerçekleştirilmiştir. SEM (tarayıcı elektron mikroskopu) analizlerinde plazma işleminin lif yüzeyini aşındırabildiği, yüzeyde pürüzlülüğe neden olduğu görülmüştür.

İşlem sonrası boyanmamış kumaşta renk değişimi olduğu spektrofotometre analizleri ile tespit edilmiştir.

Boyama sonrası yapılan renk ölçümlerinde ise beklenenin aksine Openair® plazma işlemi gören numunelerin renk kuvvetinin, boya alımının işlem görmemiş numunelere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Daha önce sentetik kumaşlara uygulanan atmosferik plazma sistemleri hakkında yapılmış çalışmaların aksine elde edilen bu sonuç, çalışmada uygulanan metotlar doğrultusunda bu sistemin sentetik içerikli çözgümlü örme kumaşların boya alımı açısından uygun olmadığını göstermiştir [4,9,10,11,15,16]. Daha sonra yapılacak çalışmalarda sistem parametreleri değiştirilerek ya da farklı plazma sistemleri üzerine çalışılarak polyester içerikli çözgümlü örme kumaşların boyanmasında ekolojik olarak kimyasal atığın az olduğu plazma sistemlerinde uygun olan metot tespit edilmesi hedeflenmiştir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, FBA-2018-10325 no'lu proje kapsamında yapılmış olup Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü BAP Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Ayrıca çalışmada bahsedilen plazma işleminin gerçekleşmesini sağlayan Plasmatrete GmbH Türkiye firmasına teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

1. Shah J.N., Shah S.R., 2013. Innovative Plasma Technology in Textile Processing: A Step Towards Green Environment, Research Journal of Engineering Sciences, 2(4), 34-39.
2. Sparavigna A. 2008. Plasma Treatment Advantages for Textiles, www.researchgate.net/profile/Amelia_Carolina_Sparavigna/publication/1908142_Plasma_treatment_advantages_for_textiles/links/53f2f6180cf2bc0c40ecc03b/Plasma-treatment-advantages-for-textiles.pdf
3. Deshmukh, R.R., Bhat, N.V., 2011. Textile Dyeing: Pretreatments of Textiles Priors to Dyeing: Plasma Processing, InTechOpen, 33-56.
4. Kamel, M.M., El Zawahry, M.M., Helmy, H., Eid, M.A., 2011. Improvements in the Dyeability of Polyester Fabrics by Atmospheric Pressure Oxygen Plasma Treatment, The Journal of the Textile Institute, 102(3), 220-231.
5. Ammayapan, L., Basu, G., 2012. Plasma Treatment on Textiles, Asian Dyer, 8(6), 34-40.
6. Shishoo, R., 2007. Plasma Technologies for Textiles, Woodhead Publishing, 360s.
7. Chen, J.R., Belfort, G., 1999. Surface Modification of Poly (Ether Sulfone) Ultrafiltration Membranes by Low-temperature Plasma-induced Graft Polymerization, Journal of Applied Polymer Science. 72(10), 1327-1333.
8. Dave, H., Ledwani, L., Chandwani, N., Kikani, P., Desai, B., Nema, S.K., 2013. Surface Modification of Polyester Fabric by Non-thermal Plasma Treatment and its Effect on Coloration Using Natural Dye, Journal of Polymer Materials, Sempember, 291-303s.
9. Ferrero, F., 2003. Wettability Measurements on Plasma Treated Synthetic Fabrics by Capillary Rise Method, Polymer Testing 22, 571-578.
10. Öktem, T., Ayhan, H., Seventekin, N., Pişkin, E., 1999. Modification of Polyester Fabrics by in Situ Plasma or Post-plasma Polymerisation of Acrylic Acid, Journal of the Society Dyers and Colourists, 115, 274-279.
11. Nema, S.K., Jhala, P.B., 2015. Plasma Technologies for Textile and Apparel, Woodhead Publishing India Pvt Ltd, 360s.
12. Chakraborty, T., Bucknum, M.J., Castro, A., 2013. Computational and Experimental Chemistry: Developments and Applications, Apple Academic Press, Inc., 325s.
13. Anonim, 2017. Openair® Plazma Sistemleri, Uygulama Bilgisi, Plasmatrete GmbH Türkiye.
14. Duran, K., 2001. Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, Bornova, İzmir.
15. Yaman, N., Özdoğan, E., Seventekin, N., 2013. Effect of Surrounded Air Atmospheric Plasma Treatment on Polypropylene Dyeability Using

- Cationic Dyestuffs, *Fibers and Polymers*, 14, 1472-1477.
- 16.** Gotoh K., Yasukawa, A., 2010. Atmospheric Pressure Plasma Modification of Polyester Fabric for Improvement of Textile-specific Properties, *Textile Research Journal*, 81(4), 368-378.

